

Rede PERT/CPM em uma obra de construção civil: uma análise do caminho crítico e diversos componentes do processo

Isabela Costa Nery (Universidade do Estado do Amapá-UEAP) isabelacnery@gmail.com

Gustavo da Costa Rodrigues (Universidade do Estado do Amapá-UEAP) gustavo-crs@hotmail.com

Túlio Arnold de Oliveira Aguiar (Universidade do Estado do Amapá-UEAP) tulio_arnold@hotmail.com

Resumo:

O setor da Construção Civil tem grande relevância para o desenvolvimento econômico do Brasil, uma vez que este ainda é carente de infraestrutura, sendo esse item responsável por empregar parte da população. Apesar da crescente demanda a mesma ainda atua de forma precária no país, de modo que grande parte dos projetos da construção civil encontram-se estagnados, em razão de gargalos, ou mesmo atrasos inerentes a entrega do serviço, onerando custos imprevistos à construtora como indenizações e perda de credibilidade no mercado da insatisfação dos interessados no projeto.

O presente trabalho vem com a proposta de aplicar a rede PERT/CPM em uma construtora e tem por objetivo de melhorar o tempo para a entrega do produto final, evitando possíveis inconveniências.

A metodologia a ser empregada conta com um levantamento de documentos utilizados para o planejamento e controle de obras disponibilizados pela empresa para posterior análise para a identificação das atividades gargalos, que devem ter um foco especial no projeto. Por fim, a técnica mostrada no trabalho é de importância para aqueles que pretendem atuar na área de controle de projetos, pois mostra-se eficiente para o mesmo, utilizando melhor o fator tempo.

Palavras chave: Construção Civil; Atrasos; Rede PERT/CPM; otimização;

PERT/CPM Chart into a work of civil construction: an analysis of the critical path and various components of the process

Abstract:

The Construction sector has great significance for the economic development of Brazil, since this is still lacking in infrastructure, and this item responsible for employing the population. Despite the increasing demand it still works precariously in the country, so that much of the construction projects are stagnant, due to bottlenecks, or even delays inherent in service delivery, burdening unforeseen costs to the contractor as compensation and loss of credibility in the market of the project stakeholders dissatisfaction.

This job comes with the proposal to apply the PERT / CPM chart in a construction company and aims to improve time to delivery of the final product, avoiding possible inconveniences.

The methodology to be employed includes a survey of documents used for the planning and control of works made available by the company for further analysis to identify the bottlenecks activities, they should have a special focus on design. Finally, the technique shown at work is of importance to those who intend to work in project control area, as is shown for the same efficient, making better use of the time factor.

Key-words: Construction; Delays; PERT / CPM Chart; optimization;

1. Introdução

A cadeia produtiva do setor da construção civil no Brasil é muito importante para o desenvolvimento econômico e social das cidades e apresenta grande potencial pela carência de infraestrutura do país, como obras de moradia, redes de esgoto e água, estradas, ferrovias e edifícios especializados.

Diante deste cenário da construção civil aquecida surge a necessidade das empresas se manterem competitivas no mercado tendo que investir no seu planejamento e controle da produção de obras para que não ocorram atrasos e prejuízos não sejam causados aos interessados do projeto. De acordo como afirma Pereira (2012), pois em um mercado em que se exige cada vez mais rapidez e agilidade, os prazos se tornam cada vez mais curtos e planejar estrategicamente se torna um diferencial na entrega de um empreendimento.

Esta pesquisa visa utilizar o método PERT/CPM que permite o a reorganização das etapas do projeto de acordo com suas dependências imediatas, com a montagem da rede e relacionamento entre os passos buscou-se a minimização do tempo de execução da obra de construção civil de uma casa térrea, analisando o caminho crítico e outros componentes do processo.

2. Fundamentação teórica

2.1 Pesquisa Operacional para a Otimização do Processo

Os problemas de Pesquisa Operacional (existem desde longa data. Somente a partir da 2ª Grande Guerra, todavia, passaram a ser tratados a partir de uma abordagem organizada, sendo organizados na forma de uma disciplina ou área do conhecimento (Ravindran *et al.*, 1987). De acordo com Tiwari e Sandilya (2006), PO busca encontrar uma solução ótima para um determinado problema. Mas esta solução ótima não é apenas a que prevê o melhor resultado, mas a solução considerando vários outros aspectos, como restrições de tempo e custos.

Pode-se definir a Pesquisa Operacional como métodos matemáticos que podem objetivar a resolução de determinados problemas relacionados a diversos processos produtivos e até mesmo de serviço. Os modelos são constituídos de equações ou inequações que dão condições as mesmas e que somente serão manipuladas dentro de seus respectivos limites.

Silva et al. (1998) apresenta a Pesquisa Operacional como a utilização de um método de descrição de um sistema organizado, auxiliado por um modelo. De forma que experimentações do modelo levam a maneira ótima de operar o sistema. Através desses sistemas é possível, por exemplo minimizar custos e maximizar receitas e tais modelos quando solucionados e implementados são de essencial importância em indústrias e instituições afins,. A solução de problemas através da Pesquisa Operacional pode ser implementada através de um procedimento em sete etapas, conforme apresentado na figura abaixo (WINSTON, 1994):

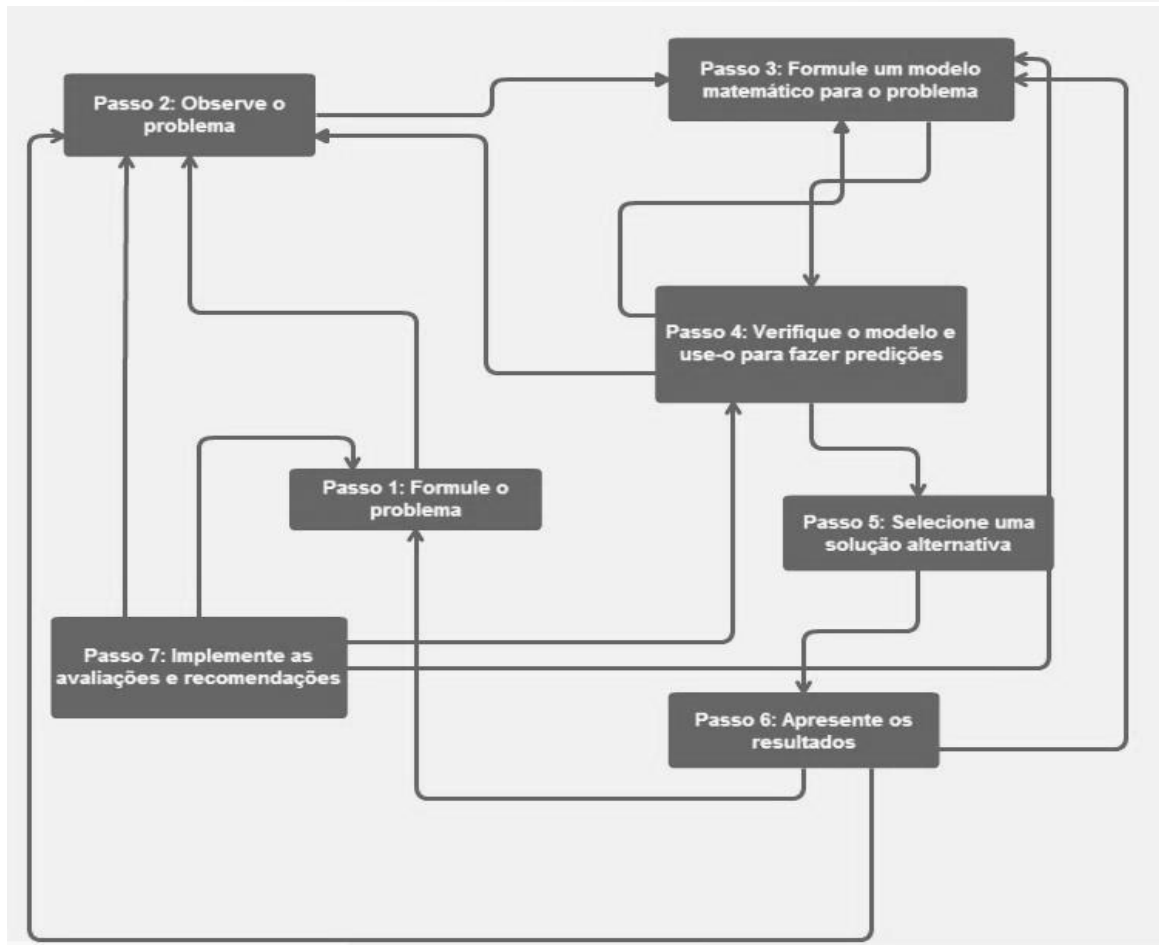


Figura 1 – Etapas para solução de problemas por meio do uso de Pesquisa Operacional:
Adaptado de Winston (1994)

A tomada de decisão (o processo de identificar um problema ou uma oportunidade e selecionar uma linha de ação para resolvê-lo) é um dos principais objetivos da pesquisa operacional. Quando estamos tratando do processo de otimização de planejamento de projetos podemos destacar algumas ferramentas de PO em específico, conforme Davalos (2006) apresenta os mais importantes como sendo o PERT (Técnica de avaliação e controle de programas) e CPM (Caminho Crítico).

2.2 PERT/CPM

PERT/CPM é a integração de dois métodos para otimização de projetos. Em 1956, a Companhia Dupont de Nemours (EUA) desenvolveu o método CPM (Critical Path Method ou Método do Caminho Crítico) através de estudos para novas técnicas de administração no setor de engenharia para o lançamento de novos produtos, enquanto o método PERT (Program Evaluation and Review Technique ou Técnica de Avaliação e Revisão de Programa) começou a ser utilizado pela Marinha dos EUA no início de 1959.

Para Moreira (2004), o planejamento através das técnicas Program Evaluation and Review Technique (PERT) e Critical Path Method (CPM) consiste em configurar o projeto através de um Diagrama de Rede onde se representam as atividades deste projeto e a ordem em que são efetuadas, tendo como objetivo definir o melhor programa possível de concepção/fabricação

de tal forma que os recursos sejam utilizados da melhor forma, evitando assim custos, desperdícios e atrasos de produção.

As atividades são representadas por setas que indicam as relações de correspondência entre os eventos ou acontecimentos importantes entre a operação, de modo que o conjunto mostre a seqüência entre todas as atividades do empreendimento que devem ser executadas. Junto de cada seta anota-se o nome e a duração e o custo estimado da atividade que ela representa (CUKIERMAN, 1978).

O quadro abaixo apresenta as características básicas para aplicação do método, Segundo Belchior (1974) apud Kienen (2000):

NOME	CONCEITO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	EXEMPLO
Projeto	Conjunto de ações e processos, envolvendo recursos humanos, materiais, financeiros, etc., organizados para a realização de um objetivo, concretamente definido, a partir de uma situação inicial conhecida ou convencionada, chamada, Operação Empreendimento.	Rede, diagrama ou grafo.	Lançamento de uma rede de abastecimento de águas
Atividade	É a identificação de uma etapa de um projeto que consome tempo e recursos, estabelecida em nível compatível às necessidades e possibilidades de sua mensuração	Em flechas ou setas	Serviço de escavação
Evento	Início ou término de uma ou mais atividades	Nó	Início (ou término) do serviço de escavação
Atributo	É toda característica quantitativa específica de uma atividade, indicando qualquer dos recursos necessários a sua efetivação (exemplo: tempo, material, mão-de-obra, equipamento, etc)	Em flechas ou setas	3 semanas para executar a escavação

Quadro 1-Conceitos Básicos do Método PERT/CPM

O uso do método PET/CPM traz consigo algumas vantagens dentre elas podemos citar: detalhamento das atividades, proporcionando suporte á decisão, Indicação de pontos críticos no projeto, proporcionam otimização de atividades podendo-as realizar de forma simultânea e maior visualização das atividades e como estão planejadas.

3. Metodologia

A pesquisa desenvolveu-se fazendo uso dos documentos de planejamento da obra que foram disponibilizados pela construtora para a análise dos dados e informações necessárias para a construção da rede. Tais documentos correspondem aos de etapas da obra e suas necessidades e estimativas.

Os dados que a empresa disponibilizou foram manipulados pelos pesquisadores juntamente com profissionais técnicos da construção civil para a construção da tabela e posteriormente da Rede Pert/CPM.

4. Estudo de caso: Construção de uma casa térrea

A empresa de construção civil utilizada para estudo de caso tem em seu acervo projetos de planejamento para casas térreas em quatro períodos diferenciados de acordo com a necessidade do cliente. Casas para 4, 6, 8 e 12 meses. Para o estudo foi escolhido o projeto da construção para 6 meses, uma estimativa de acordo com a construtora para 183 dias.

A documentação foi analisada e encontravam-se tarefas com atividades prioritárias sem necessidade, então elaborou-se uma tabela com as etapas nomeadas com duas letras aleatoriamente escolhidas para melhor visualização na rede PERT elaborada.

A duração para a execução da obra é de 183 dias, se cada atividade for realizada uma por vez. No entanto, existem atividades que podem ser realizadas simultaneamente, podendo com isso, reduzir a duração da execução da obra, trazendo resultados positivos para a empresa.

4.1. Modelagem

4.2. Ferramentas para Execução da Rede PERT/CPM

Para a construção da rede PERT/CPM é necessário a construção de uma tabela com as informações necessárias como representado no quadro abaixo:

Atividade (siglas)	Descrição	Duração (em dias)	Atividades Imediatamente Antecessoras	Atividades Imediatamente Posteriores	Início	Término
SP	Serviços Preliminares	12	Nenhuma	FU	0	12
FU	Fundações	9	SP	SE	13	22
SE	Super Estrutura	14	FU	VG	23	37
AV	Alvenaria de Vedação	8	VG	EQ,IH	45	53
VG	Vergas	6	SE	AV	38	44
CB	Cobertura	8	IE	PA	54	62
IH	Instalação Hidráulica	13	AV	IE	54	67
IE	Instalação Elétrica	17	IH	CH,CB	68	85
CH	Chapisco e Emboço	18	IE	TE	86	104
TE	Teto	8	CH	AC	105	113
EQ	Esquadrias	7	AV	VD	54	61
PI	Pisos - Regularização	9	IE	AP	86	95
AC	Acabamento da Parede	15	TE	PT	114	129
AP	Acabamento Piso	9	PI	PT	96	105
LÇ	Louças, aparelhos e metais	6	VD,PT	PA	153	159
PT	Pintura	8	AC	LÇ	130	138
VD	Vidros	6	EQ	LÇ	62	68
PA	Paisagismo	6	CB,LÇ	LF	160	166
LF	Limpeza Final	4	PA	Nenhuma	167	171
TOTAL		183				

Quadro 2 – Tabela para Construção da Rede PERT/CPM

4.3. Rede PERT

A rede foi elaborada com diferentes rotas de acordo com as dependências das atividades.

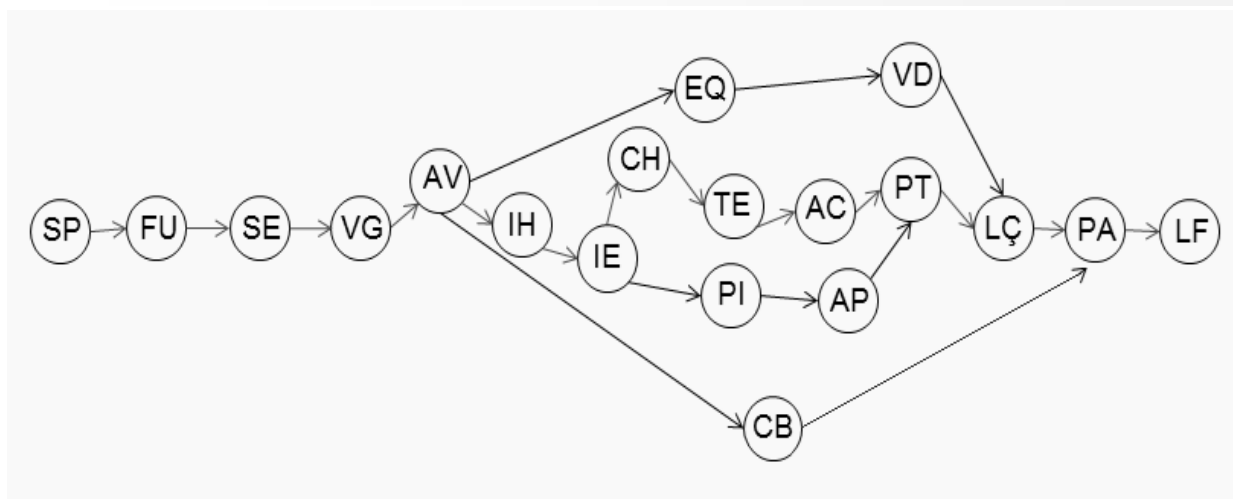


Figura 2 – Rede PERT/CPM da obra

4.4. Caminho Crítico

Caminho	Comprimento (dias)
SP+FU+SE+VG+AV+EQ+VD+LÇ+PA+LF	$12+9+14+6+8+7+6+6+6+4=78$
SP+FU+SE+VG+AV+IH+IE+CH+TE+AC+PT+LÇ+PA+LF	$12+9+14+6+8+13+17+18+8+15+8+6+6+4=144$
SP+FU+SE+VG+AV+IH+IE+PI+AP+PT+LÇ+PA+LF	$12+9+14+6+8+13+17+9+9+8+6+6+4=121$
SP+FU+SE+VG+AV+CB+PA+LF	$12+9+14+6+8+8+6+4=67$

Quadro 3 - Identificação dos caminhos e seus comprimentos

Na rede PERT/CPM podem-se identificar mais de uma rota do início até o fim do projeto. O comprimento (neste caso, em dias) é a soma das durações das atividades que compõem a rota. O caminho com maior comprimento, a segunda alternativa (SP+FU+SE+VG+AV+IH+IE+CH+TE+AC+PT+LÇ+PA+LF) é o caminho crítico, uma vez que todos os demais caminhos deverão alcançar o nó até o fim antes do caminho crítico.

4.4.1. Caminho crítico identificado

A rota com as atividades gargalos foi identificada na rede pelas setas vermelhas, estas devem ter atenção redobrada dos responsáveis pela obra, uma vez que a não entrega das mesmas no período previsto, geralmente cominam no atraso de todo o projeto.

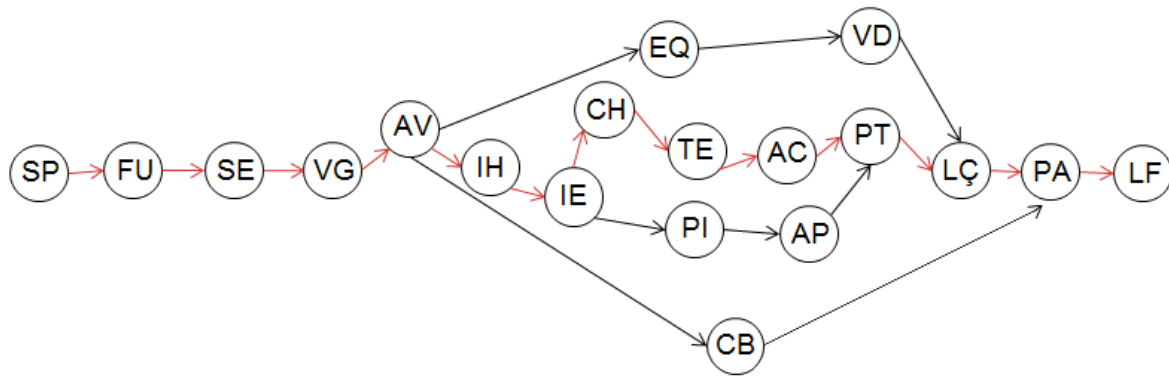


Figura 3 – Caminho Crítico Identificado na Rede

As atividades existentes nos outros caminhos não precisam necessariamente de tanta precaução como as atividades críticas, uma vez que as mesmas ainda tem um período denominado folga e se sofrerem algum atraso poderão ou não atrasar a duração do projeto.

5. Resultados

Após análise foi observado que a construtora seguia etapas de maneira equivocada no que se diz respeito à importância do tempo para cada atividade. De acordo com a análise de documento e cronograma, o projeto tinha planejamento estimado para 183 dias, porém, após a modelagem com tabelas e a rede PERT/CTM, organizado de maneira a otimizar o tempo de execução das atividades fazendo uso de seus recursos disponíveis, no caso, mão de obra e tempo.

O caminho crítico da rede resultou em 144 dias, ou seja, há tempos o mesmo projeto foi executado com 39 dias além do necessário, de acordo com a rede que foi reorganizada com as dependência das atividades disponíveis no documento de etapas do projeto.

6. Considerações

A modelagem da Rede PERT/CPM se mostrou bastante eficiente e útil para a execução e planejamento do projeto, dando uma nova visão para os responsáveis pela obra, mostrando principalmente que alguns passos podem ser dados sem mais precaução e outros com mais prudência. Puderam-se constatar as atividades gargalo e o foco do projeto se volta para as mesmas, buscando evitar atrasos e assim melhorando a eficiência no trabalho.

7. Referências

DÁVALOS, RICARDO VILLARROEL. *Uma abordagem do ensino de pesquisa operacional baseada no uso de recursos computacionais.* In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba. Anais. Curitiba, 2002.

RAVINDRAN, A., PHILLIPS, D.T. & SOLBERG, J.J. *Operations Research, Principles and Practice*, 2nd Ed.. New York: John Wiley, 1987.

SILVA, E. M.; SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. *Pesquisa Operacional: programação linear.* 3 Ed. São Paulo: Atlas, 1998.

TIWARI, NIRMAL KUMAR; SANDILYA, SHISHIR KUMAR. *Operations Research.* New Delhi: Pretice-Hall, 2006.

WINSTON, W.L. *Operations Research, Applications and Algorithm*, 3rd Ed..Belmont (CA), Wadsworth Publishing Company, 1994.

BELCHIOR, PROCÓPIO G. O.. *Métodos de caminho crítico (PERT/CPM) na administração de projetos*. Rio de Janeiro : Ed. Americana, 1974.

CUKIERMAN, S. S..*O modelo PERT/CPM aplicado a projetos* . Rio de Janeiro : Rio, 1978.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

KIENEN, A. *Protótipo de uma ferramenta de software baseada na metodologia PERT/CPM para o planejamento de projeto de desenvolvimento de sistemas*. 2000. 74 p. Monografia (Bacharelado) – Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2000. Internet. Disponível em: Acesso em: 17 de outubro de 2012.

PEREIRA, S.R.D.. *Planejamento para o início de obras em edificações de múltiplos pavimentos* – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2012..